Ernst Ahlers

Strom übers Netz

PoE-Switches liefern Energie per Netzwerkkabel

Power over Ethernet ist praktisch, um abgelegene Geräte wie WLAN-Basisstationen oder netzwerkfähige Videokameras über das LAN-Kabel mit Strom zu versorgen. Die nützliche Technik ist längst erschwinglich geworden: Einfache PoE-Switches sind inzwischen für 50 Euro zu haben.



Die Power over Ethernet (PoE) zugrunde liegende Idee ist frappierend einfach: Ein LAN-Kabel führt sowieso zu den vernetzten Geräten, warum es also nicht gleich für die Stromversorgung mitbenutzen?

Herstellerübergreifende Kompatibilität gewährleistet dabei der IEEE-Standard 802.3af. Er setzt auch die Obergrenze für die bereitgestellte Leistung: 15,4 Watt pro Port. Das reicht für derzeit übliche Webcams, WLAN-Basisstationen oder VoIP-Telefone aus. Der Nachfolgestandard IEEE 802.3at soll bis zu 60 Watt ermöglichen, sodass auch größere Embedded-Systeme fernspeisbar werden. 802.3at wird voraussichtlich im Herbst ratifiziert. heise-Netze-Beiträge zu PoE- und VLAN-Grundlagen sowie weitere Informationen finden Sie über den Link am Artikelende.

Wir haben elf 802.3af-kompatible Switches für kleinere LANs mit acht bis zehn Fast- oder Gigabit-Ethernet-Ports ins c't-Labor geholt, um ihre Funktion und Verträglichkeit mit verschiedenen PoE-Abnehmern zu testen. Die Spannweite reicht vom 50-Euro-Einsteigergerät bis zum Exoten für den Industrie-Einsatz, der über 1000 Euro kostet. Die billigen Geräte sind in der Regel non-managed, also nicht konfigurierbar und liefern nur an einem Teil ihrer Ports Strom. Für etwas mehr Geld sind Modelle mit acht gespeisten Anschlüssen und Funktionen wie VLAN (mehrere logische Netzwerke auf dem gleichen Medium) und QoS (Vorrangsteuerung für wichtigen Datenverkehr) zu haben. Diese sind mindestens per Browser konfigurier- und überwachbar, oft kann man sie auch per SNMP fernabfragen.

Die Prüflinge unterscheiden sich im Wesentlichen in der Konfigurierbarkeit: Non-managed-Switches liefern schlicht an ihren Fast-Ethernet-Ports Energie, wenn ein PoE-Abnehmer danach fragt. Das externe Netzteil stellt meist um die 65 Watt bereit, was für den Switch selbst sowie vier PoE-Abnehmer mit der Maximalleistung von 15,4 Watt ausreicht. Überwachung und Steuerung der PoE-Funktion ist nicht vorgesehen.

Manche der konfigurierbaren Switches erlauben das Abschalten einzelner PoE-Abnehmer per Browser. Damit setzt der Administrator beispielsweise einen hängen gebliebenen Access Point per Stromentzug zurück, ohne hinlaufen zu müssen. Moxas EDS-P510 bietet gar eine Zeitsteuerung, die PoE-Verbraucher nur stundenweise an bestimmten Wochentagen aktiviert, sodass beispielsweise das Firmen-WLAN am Wochenende und nachts abgeschaltet ist.

Mit einer einstellbaren Budgetgrenze für alle Ports kann man die Leistungsaufnahme des gesamten Systems im Zaum halten, auf dass der Switch beziehungsweise seine Stromversorgung nicht dauerhaft überlastet wird. Interessanter ist indes ein pro Port einstellbares Limit oder eine Prioritätssteuerung. Bei letzterer stellt der Admin ein, welche Verbraucher automatisch abgeschaltet werden, wenn es eng wird.

Damit der Systemverwalter die Übersicht behält, sollte ein Switch im Browser möglichst auch die gesamte gezogene

Leistung und die auf jedem versorgten Port gezogene anzeigen können. Wenn der Switch dann noch Überlastung per Alarm kundtun kann, hat der Netzwerker alle nötigen Werkzeuge, um seine PoE-Abnehmer unter Kontrolle zu halten.

Stromabnehmer

Die Kompatibilität der Switches zu 802.3af-konformen PoE-Geräten testeten wir mit einer Stichprobe: Die Netzwerkkamera Axis P3301 und die WLAN-Basisstation Lancom L-310agn fordern mit vier bis sieben Watt vergleichsweise wenig Leistung. Deshalb nahmen wir noch einen PoE-Auskoppler hinzu. Der Trendnet TPE-112GS trennt Daten und Strom aus dem ankommenden LAN-Kabel. Der Auskoppler eignet sich, um beliebige, mit 5, 7,5, 9 oder 12 Volt Gleichspannung gespeiste, Gigabit-Ethernet-fähige Geräte fernzuversorgen, so lange diese nicht mehr als 10 Watt ziehen. Den Maximalwert stellten wir mit einer elektronischen Last ein.

Wie beim letzten Test in der vorigen Ausgabe haben wir auch diesmal das QoS-Verhalten der Prüflinge getestet. Die Switches von D-Link, Ovislink und TP-Link sind nicht konfigurierbar, also auch nicht für QoS-Betrieb einstellbar. Ausrutscher in unserem QoS-Testszenario schlagen sich deshalb nicht in einer Herabstufung bei der Performance-Bewertung nieder. Das SMC-Gerät ist zwar weitgehend einstellbar, aber mit der zum Testzeitpunkt aktuellen Firmware-Version 1.40 ausgerechnet nicht bezüglich QoS. Obwohl beim Video-Stream deutliche Verluste auftraten, bekam der SMCGS8P-Smart deswegen keinen Abzug. Verstand ein Prüfling sich nicht mit allen unserer PoE-Abnehmer, haben wir das mit einer Herabstufung der Performance-Note geahndet.

Die Effizienz haben wir diesmal nicht bewertet, da die Leistungsaufnahme am Stromnetz sehr deutlich von den angeschlossenen PoE-Abnehmern abhängt. Wer auf möglichst geringe Stromkosten Wert legt, orientiert sich an den gemessenen Leistungen im PoE-losen Betrieb.

Die Geräte testeten wir ansonsten wie ihre nicht PoE-fähigen Geschwister und schildern deshalb das weitere Testverfahren nicht im Einzelnen, sondern gehen im Folgenden auf Besonderheiten einzelner Prüflinge und Auffälligkeiten im Testablauf ein.

Minimalist

Allnets ALL8089WPOE besitzt spärliche Einstellmöglichkeiten: VLAN-Betrieb ist nur portbasiert oder im Metro Mode möglich (eigenes VLAN für jeden Downstream-Teilnehmer), auf VLAN-Tagging gemäß IEEE 802.1q versteht der Switch sich nicht. QoS ist rudimentär implementiert, nur zwei Queues erlauben keine feinstufige Priorisierung für mehrere Dienste. PoE-Einstellungen oder -Überwachung bietet der 8089WPOE gar nicht, und mit unserem PoE-Auskoppler hatte er Probleme. Andererseits beherrscht der Switch die Funktion Port Security: Er merkt sich die Quell-MAC-Adresse des ersten an einem Port hereinkommenden Ethernet-Frames und



Die 7-Segment-Anzeige an Trendnets TPE-80WS meldet die noch verbleibende PoE-Leistungsreserve, alternativ auch die PoE-Klasse und gezogene Leistung an jedem Port.

akzeptiert dort hernach nur Pakete von oder für diese Adresse. Immerhin zeigte der Switch keine Schwächen bei den Durchsatzmessungen, der Verlust im QoS-Szenario war angesichts der mangelhaften QoS-Optionen gering. Wer sich das Gerät trotz seiner Mankos zulegen will, muss beim Bestellen aufpassen: Es gibt vier Allnet-Modelle, deren Bezeichnung mit „ALL8089“ anfängt. Das günstigste für rund 13 Euro ist ein simpler Fast-Ethernet-Switch, nur das teuerste mit der Endung „WPOE“ liefert Strom und ist per Browser konfigurierbar.

Mit dem SRW208MP hat Cisco eine runde und nicht zu teure Lösung auf die Beine gestellt. Admins kleinerer und größerer Netze finden alle gängigen Funktionen. Beispielsweise sind SNMP und QoS anhand von Regelwerken (Policies) ausgefeilt konfigurierbar. Allerdings sollte der Hersteller die Web-Oberfläche nach-

Switches unter Volldampf

Wie gut die Switches mit voller Datenrate auf allen Ports klar kommen, testeten wir mit einem Messsystem von Spirent. Im Trägerrahmen SPT-9000 steckt ein Embedded-PC, der unterschiedliche, im laufenden Betrieb wechselbare Testkarten in den 12 Steckplätzen steuert. Die Spannweite reicht von Boards mit acht Fast-Ethernet-Twisted-Pair-Ports bis zu solchen mit 12 Gigabit-Anschlüssen, jeweils Twisted Pair und Glasfaser parallel. Im Maximalausbau kann man damit Switches mit 144 Gigabit-Ports im Vollduplex-Betrieb mit Wirespeed testen, also insgesamt 288 GBit/s Datenverkehr generieren. Dabei erzeugt der Tester für jeden Port einen oder mehrere Datenströme und wertet die empfangenen Frames aus.

Mit dem System bildeten wir angelehnt an RFC 2544 zunächst den Betrieb als Backbone-Switch oder Verteiler in einem Server-Cluster nach. Dabei läuft der Datenverkehr hauptsächlich zwischen Port-Paaren des Prüflings. In diesem Szenario ermittelten wir den erreichten Durchsatz, den Frame Loss bei Volllast und die mittlere und maximale Latenz. Zwar schreibt der RFC sieben Frame-Größen und 60 Sekunden pro Durchlauf vor. Um die Testdauer handhabbar zu halten, beschränkten uns aber auf drei Frame-Größen (64, 512 und 1518 Byte) über jeweils 20 Sekunden.

Sinngemäß stellten wir gleichermaßen die Situation in einem LAN nach, bei dem jeder mit jedem redet (Fully Meshed Traffic nach RFC 2889). Das tritt typischerweise bei LAN-Partys auf, auch wenn dort normalerweise kleine Datenraten entstehen. In dieser Situation mussten die Switches ferner zeigen, ob sie bei provoziertem Überlasten des Ziel-Ports korrekt reagieren, also ob die Datenflusssteuerung (Flow Control bei Gigabit-Vollduplex, Back Pressure bei Fast Ethernet im Halbduplex-Betrieb) funktioniert.

Perfektes Verhalten – keinerlei Frame-Verlust bei Volldampf – belohnen wir mit der Note „Sehr gut“. Minimale Verluste ausschließlich bei kleinen 64-Byte-Frames ergeben noch ein „Gut“. Stellten wir indes höhere Verluste bei 64-Byte-Frames oder Loss bei anderen Größen fest, dann kam der Prüfling nicht über ein „Zufriedenstellend“ hinaus.



Spirents Testsystem SPT-9000 kann im Maximalausbau 288 GBit/s Datenverkehr – so viel wie in 5760 voll ausgelasteten VDSL50-Downstreams – in Echtzeit erzeugen und auswerten.



Allnet ALL8089WPOE: magere Optionen, verstand sich nicht mit dem PoE-Auskoppler, Frame-Verlust im QoS-Szenario, weil nur zwei Queues



Digitus DN-95301: Prototyp mit Firmware-Fehler, korrigiertes Seriengerät erscheint im Juni, liefert bis zu 30 Watt



Cisco SRW208MP: ausgefeilte Einstellmöglichkeiten, dadurch auch für Admins größerer Netze reizvoll, gute Dokumentation

LevelOne GSW-0891: redundante Stromversorgung, leichte Schwächen bei den Durchsatzmessungen, problemlos bei PoE-Tests

bessern: Sie funktioniert ausschließlich mit dem Internet Explorer und ließ sich nur sehr zäh bedienen. Wir stellten anfangs einen recht hohen Verlust von 0,2 Prozent bei 64-Byte-Frames im RFC-2544-Throughput- beziehungsweise 0,14 Prozent beim RFC-2544-Frameloss-Test fest. Cisco konnte dieses Verhalten in eigenen Messungen nicht nachvollziehen und vermutete aktiviertes STP (Spanning Tree Protocol für automatische Redundanz mittels gewollter Netzwerkschleifen) als Störer. Beim Nachtest mit zwischenzeitlichem Factory-Default-Reset (STP ist ab Werk ausgeschaltet) sank der Loss auf 0,12 Prozent beziehungsweise 0,11 Prozent.

Wiederholungstäter

D-Links Switch vertrug sich nicht mit dem testweise eingesetzten PoE-Auskoppler. Letzterer beschädigte nacheinander zwei PoE-Ports am DES-1008P, auf weitere Versuche haben wir verzichtet. Nach vorübergehendem Trennen des Switches vom Netzteil schienen die Ports zunächst wieder verwendbar (PoE-Lampe leuchtet), aber die PoE-Abnehmer bekamen daraus nicht mehr genug Energie. Datenverbindungen mit Nicht-PoE-Geräten funktionierten immerhin noch. Bei D-Link sind bislang keine systematischen Probleme mit dem DES-1008P und bestimmten PoE-Abnehmern bekannt; die Rücklaufquote des 1008P liege bei unter einem Prozent. Möglicherweise handelt es sich beim Testmuster also um ein Montagsgerät. Dafür spricht auch, dass TP-Links TL-SF1008P mit unserem PoE-Auskoppler klarkam. Die Geräte erwiesen sich hardwaremäßig als nahezu baugleich, lediglich die Platinentopologie (Platzierung und Ausführung einzelner Bauteile) unterschied sich geringfügig.

Assmann Electronic hat mit dem Digitus DN-95301 einen Prototyp ins Rennen geschickt. Von den Ausstattungsmerkmalen her ähnelt er dem SRW208MP, seine Firmware ist aber nicht so ausgefeilt. Beispielsweise gibt es keine QoS-Policies, auch die SNMP-Konfiguration ist schlichter. Den Prototyp-Status belegt ein ärgerlicher Firmware-Fehler: Die Port-Bezeichnungen am Gerät (1…8) stimmten nicht mit denen in der Browser-Oberfläche (5, 1, 6, 2 …) überein. Admins wundern sich dann beispielsweise, dass die PoE-Statusseite im Browser Leistungsabgabe an Ports anzeigt, an denen kein Gerät hängt. Bis zum Erscheinen des Seriengeräts im Juni will Assmann die Firmware korrigieren. Dann dürfte der DN-95301 manchen Netzwerker reizen, denn er stellt optional bis zu 30 Watt pro Port bereit, das Doppelte der derzeit in 802.3af standardisierten Leistung. Das kann beispielsweise bei WLAN-Basisstationen mit mehreren Funkmodulen nützlich werden, denn diese überschreiten manchmal die 802.3af-Grenze von 15 Watt.

An LevelOnes GSW-0891 stellten wir anfangs deutliche Verluste in den Durchsatzmessungen fest. Die Entwickler konnten das Verhalten nicht reproduzieren. Daran dürfte die ab Werk aktivierte Flow Control zumindest zum Teil schuld sein. Die Verluste gingen bei abgeschaltetem FC deutlich zurück, aber es gab immer noch Sequence Errors bei allen Frame-Größen, was den Switch-Tester zum Reduzieren der vorgegebenen Last veranlasste. Bei der QoS-Konfiguration wartet der GSW-0891 mit einer interessanten Option auf: Er kann zweierlei getaggte Frames unterschiedlich behandeln, wahlweise „COS first“ (802.1p) oder „TOS first“ (IP ToS/DSCP). Ferner beherrscht er mit X-Ring ein proprietäres Redundanzprotokoll, das nicht mit (R)STP verwandt ist.

Industrie-Spezialist

Beim für industriellen Einsatz vorgesehenen EDS-P510 von



D-Link DES-1008P: nicht konfigurierbar, geringe Leerlaufleistungsaufnahme, PoE-Defekte



Ovislink POE-FSH804: non-managed, unauffällig bei den Durchsatz- und PoE-Tests, leichte Verluste im simulierten Videostream



TL-SF1008P: non-managed, niedrigste Leistungsaufnahme und Preis, keine Durchsatz- und PoE-Probleme im Test



Moxa EDS-P510: Industrie-Spezialist mit Hardware-Signalisierung, vielfältig einstellbar, ausgefeilte PoE-Kontrolle

Moxa ist bei den RFC-2544-Messungen wegen ungerader Fast-Ethernet-Port-Anzahl kein paarweiser Test möglich. Um den internen Switch-Controller zu prüfen, haben wir deshalb sieben FE-Ports auf einen Gigabit-Port bei 70 Prozent Auslastung arbeiten lassen. Das ungewöhnliche Gehäuse ist für die in industriellen Schaltschränken oder Wandgehäusen übliche Aufschnapp-Montage auf normierte Halteschienen (DIN-Schienen) vorgesehen.

Da bei Industrie-Netzen die Ausfallsicherheit besonders wichtig ist, beherrscht der EDS-P510 ein proprietäres Redundanzprotokoll: „Turbo Ring“ soll Unterbrechungen innerhalb von 300 Millisekunden durch Umschalten auf die redundante Verbindung umgehen und in Version 2 gar in maximal 20 ms reagieren. Das liegt deutlich unter der bei RSTP üblichen Umschaltzeit im Sekundenbereich.

Auch der SMCGS8P-Smart liefert mehr Leistung, als der PoE-Standard definiert. Das an Port 1 hängende Gerät darf bis zu 25 Watt ziehen, die anderen Ports geben jeweils bis zu 15,4 Watt ab. Hängen aber an allen Anschlüssen Abnehmer, dann sind laut Handbuch höchstens 7,5 Watt pro Port gestattet. Problemen bei der Leistungsverteilung kann man mit der Prioritätseinstellung Herr werden: Ports mit hoher Prioritätsvorgabe bekommen bevorzugt Energie, Geräte an solchen mit niedrigerer Vorgabe müssen zurückstehen. Am Testmuster waren anscheinend Anschlüsse defekt, die PoE-Abnehmer funktionierten nur an an manchen Ports. Dabei zeigte der Switch aber 0 W Leistungsabgabe an. Zwar besitzt der SMCGS8P-Smart keinen Reset-Taster, aber dennoch kann man ihn bei vergessenen Zugangsdaten auf Werkseinstellungen zurücksetzen: ausschalten, alle Patches entfernen, Port 1 und 2 direkt verbinden, einschalten, mindestens 40 Sekunden warten, fertig.

Mit Drehzahlmesser

Trendnets TPE-80WS bringt eine Anzeige mit, die die aktuell verbleibende PoE-Leistung für weitere Abnehmer ausweist. Nach Drücken des Umschalters erscheint die am ersten Port gezogene Leistung sowie die per 802.3af gemeldete Verbraucherklasse. Mit dem Next-Port-Taster kann man die weiteren Anschlüsse abfragen. Die Anzeige stimmte bei uns auch weitgehend mit der in der Browser-Oberfläche überein. Allerdings rundete das physische Display nicht korrekt, beispielsweise zeigte es 2 statt 3 Watt an, wenn der Browser 2,8 W auswies.

Anhand der OUI 00:12:0E (erste Hälfte der MAC-Adresse des Switches) darf man Abocom als Originalhersteller des Trendnet-Geräts annehmen. Dort heißt das entsprechende Modell GSW-3108-PoE. Allnet hat seinen weitgehend baugleichen ALL8895 indes mit einer eigenen OUI bestückt. Der 8895er ist mit einem Straßenpreis ab 209 Euro außerdem deutlich günstiger als der TPE-80WS (316 Euro bei www.allcomnet.de). In unserem Test zeigte der ALL8895 jedoch leichte Probleme bei den Durchsatzmessungen nach RFC 2544 und RFC 2889. Diese liegen wahrscheinlich an der etwas älteren Firmware (3.9T statt 4.0T wie beim Trendnet-Switch). Deshalb haben wir ihn nicht weiter untersucht. Sollte Allnet die Firmware nachbessern, kann man den Aufpreis für den TPE-80WS sparen.



SMC GS8P-Smart: liefert an Port 1 bis zu 25 W, weitgehend konfigurierbar, aber nicht für QoS, dadurch Paketverluste

Auch Zyxels ES-2108PWR birgt Besonderheiten: Im Browser steckt unter System Info ein Hardware-Monitor, der beispielsweise Temperaturen wichtiger Bauteile und die Lüfterdrehzahl anzeigt. Die Funktion Loop Guard unterbricht Schleifen, wenn RSTP nicht aktiviert ist, und Port Mirroring arbeitet optional mit MAC-Filterung, um dem nachgeschalteten Sniffer Arbeit abzunehmen.

Fazit

Alle Prüflinge erledigten in unserem Testszenario ihre Hauptaufgabe „Daten verteilen“ ohne grobe Schnitzer. Auch der Zweitjob „Strom liefern“ klappte bei allen mit der zum Test verwendeten Netzkamera sowie der WLAN-Basisstation.

Lediglich mit dem PoE-Auskoppler von Trendnet verstanden sich die Geräte von Allnet und D-Link nicht. Bei letzterem gaben sogar zwei seiner Ports den PoE-Geist auf. Das kann als Ausnahme durchgehen, denn beim Hersteller sind bislang keine systematischen Probleme des DES-1008P mit bestimmten PoE-Abnehmern bekannt. Vernetzer, die keine ausgefeilten Funktionen brauchen, greifen indes wegen des erheblich niedrigeren Preises eh zum nahezu identischen TP-Link-Modell.

Von den konfigurierbaren Switches bietet Moxas EDS-P510 die vielfältigsten Einstellmöglichkeiten, allerdings ist das Gerät sehr teuer, weil auf industriellen Einsatz spezialisiert. Wer Wert auf Funktionen wie VLAN oder QoS und gute PoE-Steuerbarkeit legt, sollte den Modellen von Cisco, Digitus, Trendnet oder Zyxel einen eingehenderen Blick gönnen. Allnets ALL8089WPOE bot allzu spärliche Optionen, Level-Ones GSW-0891 zeigte leichte Durchsatzschwächen und der SMCGS8P-Smart war mit der zum Testzeitpunkt aktuellen Firmware nicht ausreichend bezüglich QoS konfigurierbar. (ea)

Literatur

[1] Ernst Ahlers, Schnellstellwerke, Konfigurierbare Gigabit-Switches für kleine Netze, c’t 9/09, S. 128

www.ctmagazin.de/0910134



Trendnet TPE-80WS: Anzeige für Leistungsreserve und Abgabe am Gerät, keine Auffälligkeiten bei Durchsatzmessungen und PoE



Zyxel ES-2108PWR: Hardware-Monitor, zahlreiche Konfigurations- und Überwachungsoptionen, aber nur wenige für PoE

Power-over-Ethernet-Switches – technische Daten und Testergebnisse

Hersteller	Allnet	Cisco (Linksys)	D-Link	Digitus	LevelOne
Modell	ALL8089WPOE	SRW208MP	DES-1008P	DN-95301 (GPB3252)	GSW-0891
Web-Adresse	www.allnet.de	www.linksys.de	www.dlink.de	www.digitus.info	www.level-one.de
Ausstattung					
Ports / davon PoE-fähig	8 × FE / 8	8 × FE+2 × GE / 8	8 × FE / 4	8 × FE+2 × GE / 8	8 × FE+2 × GE / 8
Erweiterungssteckplätze / max. PoE-Leistung	– / 120 W	2 / 120 W	– / 56 W	2 / 100 W	2 / 120 W
Anzeigen	8 × 2 + 1	8 × 2 + 2 × 2 + 1	4 × 3 + 4 × 2 + 2	8 × 2 + 2 × 2 + 1	8 × 3 + 2 × 2 + 3
Bedienelemente	Reset-Taster, Netzschalter	–	–	–	–
Lüfter	1	1	–	–	1
Firmware-Version	IP178_ENG_08_C_V188.5	1.0.4	k. A.	1.2	1.03
mitgelieferte Dokumentation	User's Manual (16 S. en.)	Benutzerhandbuch (PDF, 147 S. dt.)	Inst.anleitung (15 Spr., 2 S. dt.), User Guide (PDF, 17 S. en.)	User's Guide (PDF, 76 S. en.)	User Manual (PDF, 110 S. en.)
hilft bei Montage / Einrichten / Troubleshooting-Tipps	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / –
aufgabenor. Beisp. / Hintergründe / Glossar	– / – / –	– / – / ✓	– / – / –	– / – / –	– / ✓ / –
mitgeliefertes Zubehör	–	SubD9-Kabel	–	SubD9-Kabel, Montagewinkel	SubD9-Kabel, Montagewinkel
Maße [B × H × T] / Netzteil integriert	26,5 cm × 4,5 cm × 16 cm / ✓	28 cm × 4,5 cm × 17 cm / –	17 cm × 3 cm × 10 cm / –	26,5 cm × 4,5 cm × 17 cm / –	27 cm × 4,5 cm × 21 cm / ✓
Besonderes	Netzschalter	–	non-managed	–	separater 48V-DC-Eingang
Management					
Console Port / Telnet / ssh / http / https	– / – / – / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / – / –	✓ / ✓ / – / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓ / –
Sprache / Hilfe / Passwort / untersch. Admin.	englisch / (✓) / ✓ / –	englisch / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / –	englisch / – / ✓ / –	englisch / ✓ / ✓ / –
Einstellungen speichern+laden	–	✓	–	✓	✓
Statistik: Übersicht / pro Port	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Logging / SNMP	– / –	✓ / 1,2c,3	– / –	✓ / 1,2c,3	✓ / 1,2c,3
mitgelieferte Tools	–	–	–	–	–
Fähigkeiten					
Broadcast Storm Ctrl. / Rate Limit	✓ / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
STP / RSTP / MSTP	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / –
max. Trunks / max. Ports per Trunk / Rate Limit / LACP	– / – / – / –	8 / 8 / – / ✓	– / – / – / –	3 / 8 / – / ✓	4 / 4 / – / ✓
Anzahl VLANs / max. VID / Tagging / GVRP	4 / – / – / –	254 / 4093 / ✓ / ✓	– / – / – / –	256 / 4094 / ✓ / –	256 / 4094 / ✓ / ✓
QoS-Typen	802.1p, DSCP	Port, 802.1p, DSCP	–	Port, 802.1p, DSCP	Port, 802.1p, DSCP
QoS-Queues / wählbare Strategien	2 / Strict, WRR	4 / Strict, WRR	– / –	4 / Strict, WRR	4 / Strict, WRR
Port Mirroring: Monitor-Port / Richtung wählbar	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
802.1x-Authentifizierung (Radius) / ACL	– / –	✓ / ✓ (MAC, IP)	– / –	✓ / –	✓ / ✓
IGMP-Snooping / LLDP	– / –	✓ / –	– / –	– / ✓	✓ / ✓
Größe MAC-Tabelle / auslesbar	1K / –	8K / ✓	1K / –	8K / ✓	8K / ✓
PoE-Funktionen					
Ports einzeln abschaltbar / Zeitsteuerung	– / –	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / –
Budgetgrenze (alle Ports) / Limit pro Port / Priorität	– / – / –	– / ✓ / ✓	– / – / –	– / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Leistungsanz. gesamt / einzeln / Alarme	– / – / –	✓ / ✓ / –	– / – / ✓ (LED)	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
Verhalten mit Kamera / AP / Auskoppler	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Besonderes	Port Security, VLAN: Metro Mode	virtueller Kabeltest, Tacacs+, lok. Nutzer-DB, QoS-Policies, RMON	–	bis 30 W pro Port, PoE-Detection einstellbar, Tacacs+, RMON	DHCP-Server, Alarme per E-Mail, X-Ring, PoE auch Cap. Det.
Messungen nach RFC 2544					
Throughput	100 / 100 / 100 %	99,9[2] / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	99,9 / 99,9 / 99,9 %[3]
Frame Loss	0 / 0 / 0 %	0,1[2] / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	<0,01 / <0,01 / <0,01 %[4]
Latency (Mittelwert)	9,6 / 45,9 / 127 µs	41,6 / 83,0 / 232 µs	8,0 / 43,3 / 124 µs	9,3 / 43,4 / 124 µs	169 / 690 / 756 µs[4]
Latency (Maximum)	16,4 / 53,1 / 134 µs	603 / 85,3 / 238 µs	47,9 / 43,5 / 124 µs	48,5 / 43,7 / 124 µs	190 / 1236 / 1237 µs[4]
Messungen nach RFC 2889					
Forwarding mit Fully Meshed Traffic	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	>99,99 / >99,99 / >99,99 %[4]
Loss mit Back Pressure	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	–	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %
Loss mit Flow Control	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %
QoS: Loss Telefonie/Video					
unkonfiguriert ohne Tags	0 % / 1 %	83 % / >0 %	0 % / 0 %	>0 % / 2 %	0 % / 0 %
(konfiguriert) mit Tags	0 % / 1 %	0 % / 0 %	0 % / 0 %	0 % / 0 %	0 % / 0 %
Sonstiges					
Leistungsaufnahme alle Ports offen	4,2 W	10,2 W	2,3 W	7,9 W	14,0 W
Leistungsaufnahme ohne PoE[1]	7,3 / 7,3 W	15,1 / 15,3 W	6,8 / 6,6 W	11,6 / 11,8 W	20,4 / 20,5 W
Geräuschentwicklung	1,6 Sone / 37,1 dBA	3,7 Sone / 47,9 dBA	– (lüfterlos)	– (lüfterlos)	3,6 Sone / 47,2 dBA
Garantie	2 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	k. A.
Bewertung					
Ausstattung	⊖	○	–[7]	⊕	⊕
Funktionen	⊖	⊕	–[7]	⊕	⊕
Dokumentation	⊖	⊕	⊖	⊖	○
Performance	○	⊕	⊕	⊕⊕	○
Preis (EVP)	k. A.	k. A.	155 €	330 €	k. A.
Straße ab ca.	139 €	245 €	105 €	(ab Juni)	405 €

[1] ohne/mit Traffic bei allen belegten Ports
[2] deutlicher Loss von 0,11 % bzw. 0,12 % bei 64-Byte-Frames nach Sequence Error
[3] Binary Search nach einzelnen verlorenen Frames bzw. Sequence Error
[4] einige Dutzend bis hundert verlorene Frames, aber max. 0,01 %

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe i. V. in Vorbereitung

Moxa	Ovislink	SMC	TP-Link	Trendnet	Zyxel
EDS-P510	POE-FSH804	SMCGS8P-Smart	TL-SF1008P	TPE-80WS(EU)	ES-2108PWR
www.moxa.com	www.airlive.com	www.smc.com	www.tp-link.com	www.trendnet.com	www.zyxel.de
7 × FE+3 × GE / 4	8 × FE / 4	8 × GE / 7	8 × FE / 4	8 × GE / 8	8 × FE+1 × GE / 8
3 / 60 W	– / 60 W	1 / 60 W	– / 53 W	– / 120 W	1 / 120 W
7 + 4 + 3 + 5	4 × 3 + 4×2 + 2	8 × 2 + 2	4 × 3 + 4 × 2 + 2	8 × 4 + 2 + 3stell. 7-Segment	8 × 2 + 2 + 2 + 3
DIP-Schalter für Ring-Konf.	–	–	–	Default-Taster, Umschalt. f. Display	–
–	–	–	–	1	1
1.0	k. A.	1.40	k. A.	4.0T	V3.80(ABS.1)
Hardware Inst. Guide (19 S. en.), User's Manual (PDF, 117 S. en.)	Quick Setup Guide (12 Spr., 3 S. dt.)	Inst. Guide (PDF, 66 S. en. 2 S. dt.), Mgmt. Guide (PDF, 54 S. en.)	User Guide (14 S. en.)	Quick Inst. Guide (5 Spr., 4 S. dt), User's Guide (PDF, 36 S. en.)	Quick Start Guide (7 Spr., 6 S. dt.), User's Guide (PDF, 283 S. en.), CLI Ref. (PDF, 250 S. en.)
✓ / ✓ / –	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	– / ✓ / –	✓ / ✓ / –
– / ✓ / –	– / – / –	– / ✓ / ✓	– / – / –	– / – / –	– / ✓ / –
SubD9-Kabel	–	Montagewinkel	–	SubD9-Kabel, Montagewinkel	SubD9-Kabel, Montagewinkel
8 cm × 15 cm × 12 cm / –	19 cm × 3,5 cm × 12,5 cm / –	33 cm × 4,5 cm × 20,5 cm / ✓	17 cm × 3 cm × 10 cm / –	28 cm × 4,5 cm × 20,5 cm / ✓	25 cm × 4,5 cm × 23,5 cm / ✓
2 DC-Eing., dig. Eing., Relaisausg.	non-managed	–	non-managed	PoE-Leistungsanzeige	–
✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / – / – / – / –	– / – / – / ✓ / –	– / – / – / – / –	✓ / ✓ / – / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
englisch / – / ✓ / –	– / – / – / –	englisch / ✓ / ✓ / –	– / – / – / –	englisch / – / ✓ / –	englisch / ✓ / ✓ / –
✓	–	✓	–	✓	✓
✓ / ✓	– / –	– / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / 1,2c,3	– / –	– / 1,2c	– / –	– / 1,2c	✓ / 1,2c,3
EtherDevice Server Configurator	–	–	–	–	NetAtlas Mgmt. Trial Version
✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ / –	– / – / –	– / – / –	– / – / –	✓ / ✓ / –	– / ✓ / ✓
4 / 7 / ✓ / ✓	– / – / – / –	4 / 4 / – / ✓	– / – / – / –	4 / 8 / – / ✓	2 / 4 / – / ✓
64 / 4094 / ✓ / ✓	– / – / – / –	64 / 4094 / ✓ / –	– / – / – / –	k. A. / 4094 / ✓ / –	256 / 4094 / ✓ / ✓
802.1p, DSCP	–	–	–	Port, 802.1p, DSCP	Port, 802.1p, DSCP
4 / Strict, WFQ	– / –	– / –	– / –	4 / Strict, WRR	4 / Strict, WRR
✓ / ✓	– / –	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓
✓ / ✓	– / –	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓ (MAC, IP)
✓ / –	– / –	– / ✓	– / –	✓ / –	✓ / i. V.
8K / ✓	1K / –	4K / –	1K / –	8K / –	8K / ✓
✓ / ✓	– / –	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / –
✓ / ✓ / –	– / – / –	– / ✓ / ✓	– / – / –	– / – / –	– / – / –
✓ / ✓ / ✓ (E-Mail, Relais)	– / – / ✓ (LED)	✓ / ✓ / –	– / – / ✓ (LED)	✓ / ✓ / ✓ (LED)	✓ / – / –
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
GMRP, TurboRing, lokale User-DB, DHCP-Relay	–	virtueller Kabeltest, bis 25 W an Port 1	–	–	Hardware Mon., ARP-Tab. auslesbar, DHCP-Relay, Tacacs+, Loop Guard
100 / 100 / 100 %[5]	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %
0 / 0 / 0 %[5]	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %
7,0 / 34,0 / 94,5 µs[5]	9,6 / 46,2 / 127 µs	2,2 / 7,2 / 18,5 µs	8,1 / 43,3 / 124 µs	24,5 / 27,1 / 38,7 µs	210 / 206 / 287 µs
9,1 / 44,8 / 125 µs[5]	9,8 / 46,5 / 127 µs	6,1 / 8,4 / 19,7 µs	47,8 / 43,5 / 124 µs	44,3 / 47,1 / 59,1 µs	373 / 369 / 449 µs
100 / 100 / 100 %[5]	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %	100 / 100 / 100 %
0 / 0 / 0 %	–	0 / 0 / 0 %	–	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %
0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %	0 / 0 / 0 %
63 % / >0 %	0 % / >0 %	0 % / 0 %	9 % / 9 %	0 % / 0 %	2 % / 4 %
0 % / 0 %	0 % / 3 %	0 % / 30 %	0 % / 0 %	0 % / 0 %	0 % / 0 %
7,1 W[6]	2,9 W	7,3 W	2,1 W	8,7 W	20,1 W
11,7 / 11,8 W[6]	6,7 / 6,6 W	10,0 / 10,3 W	6,5 / 6,4 W	11,3 / 11,5 W	22,3 / 22,5 W
– (lüfterlos)	– (lüfterlos)	– (lüfterlos)	– (lüfterlos)	1,3 Sone / 35,1 dBA	1,0 Sone / 32,5 dBA
5 Jahre	2 Jahre	30 Jahre	k. A.	5 Jahre	5 Jahre
⊕	–[7]	⊕	–[7]	⊕	⊕
⊕	–[7]	○	–[7]	⊕	⊕
○	⊖	⊕	⊖	⊖	○
⊕⊕[5]	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
1080 €	106 €	232 €	k. A.	k. A.	438 €
–	90 €	158 €	46 €	316 €	313 €

[5] Messung als Backbone 7FE auf 1GE bei 70 % Last
[6] Betrieb mit Linksys-Netzteil
[7] nicht bewertet, weil non-managed